

高等学校教学用书

水文学及 水文测验学习题集

B. B. 列别捷夫著

高等教育出版社

高等学校教学用书



水文学及水文測驗學習題集

B. B. 列别捷夫著
青島工学院水能利用教研組譯

高等教育出版社



本書系根据苏联水文气象出版社(Гидрометеорологическое издательство)出版的列別捷夫(В. В. Лебедев)著“水文学及水文測驗學習題集”(Гидрология и гидрометрия в задачах) 1955年修訂版譯出。原書經苏联高等教育部审定作为高等学校教学参考書,亦可供从事水文及水文測驗工作的工程师和技术員参考之用。

本書所研討的是选自水工結構物(壩、桥、堤、河渠等)的設計以及野外或實驗室水文研究工作中的河流計算实例。書中引用了一些基本公式和計算方法,並以批判的态度对这些公式和方法予以評价,从其中選擇一些最合用最通行的加以推荐。書中附有一些諸模圖以減輕計算工作。書末还附有标准水文报告書与一些圖表,供讀者参考。

本書尚有附篇“水文計算諸模圖”一書单独出版,亦已譯出,供教学及工程技术人员採用。

本書中譯本原定分上下兩册出版,上册已先据原書 1952年初版翻譯出版,下册未出;此次根据原書修訂版譯出,不再分册。全書由青島工学院水能利用教研組担任譯校。

水文学及水文測驗學習題集

B. B. 列別捷夫著

青島工学院水能利用教研組譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

統一書號 15010·273 開本 850×1168 1/32 印張 20 2/16 插頁 9 字數 525,000

一九五五年六月上册第一版(共印 3,200)

一九五七年四月合訂本第一版

一九五七年四月上海第一次印刷

印數 1—4,500

定價(10) ¥ 3.50

目 录

序言

第一章 水位站測量作業与流速观测的資料整理	11
§ 1. 野外測量記錄的整理	11
§ 2. 全年水位表的編制	17
§ 3. 水位漲落圖的繪制	19
§ 4. 測水站水位关系曲線的繪制	23
§ 5. 測深記錄的整理	25
§ 6. 河流橫断面的繪制及其特性的确定	28
§ 7. 沿河寬及垂線上的流速分佈	32
§ 8. 垂線上平均流速的确定	34
§ 9. 水流方向的确定	39
§ 10. 河流壅水延伸长度的确定(为选择水文站或水文观测断面而用)	48
第二章 流量計算	50
§ 11. 無冰盖河槽中流速仪測量的流量計算	50
§ 12. 有冰盖河槽中流速仪測量的流量計算	69
§ 13. 沿全河寬用浮标測量的流量計算	73
§ 14. 由浮标測量的最大表面流速計算流量	78
§ 15. 用測速採样器測量的流量計算	81
§ 16. 用斜航法測量流量的計算	84
§ 17. 用薄壁堰測定流量	87
第三章 流量与水位关系曲線的繪制与延長	105
I. 根据水文观测資料繪制流量曲線的方法	105
§ 18. 原始資料的分析与繪制流量曲線的一般說明	105
§ 19. 根据水面比降繪制流量曲線(洪水环)	110
§ 20. 曲線 $Q=f(H)$ 由某一观测断面轉移至另一观测断面	113
§ 21. 有变动壅水时流量曲線的繪制	113
II. 流量曲線的延長和近似繪制法	116
§ 22. 当 Q , ω 和 v 平均 各点分佈良好时流量曲線的延長	116
§ 23. 按照希察公式延長流量曲線	120
§ 24. 延長流量曲線的其他方法	134

§ 25. 按照 $Q_{\text{最大}}$ 与流域面积之关系所得最大流量的流量曲线之延长	151
第四章 逕流及其特性的计算	155
I. 开敞河槽逐日流量的计算	155
§ 26. 用曲线 $Q=f(H)$ 计算稳定河槽的逐日流量	155
§ 27. 根据流量曲线校正值的检定计算有冲刷河槽的逐日流量	159
§ 28. 水草丛生的河槽逐日流量的计算	162
II. 河槽有冰复盖下逐日流量的计算	164
§ 29. 由曲线 $Q=f(H)$ 确定冬季流量	164
§ 30. 在实测的流量间以內插法确定冬季逐日流量	165
§ 31. 根据夏季的 $Q=f(H)$ 曲线及系数 $K=\frac{Q_{\text{冬}}}{Q_{\text{夏}}}$ 计算冬季逐日流量	166
§ 32. 由夏秋季气象因素的关系计算冬季平均逕流	184
§ 33. 由夏秋季封冻以前时期逕流的关系计算冬季平均逕流	184
III. 逕流特征的计算	186
§ 34. 逕流特征与量度单位	186
§ 35. 逕流累积曲线的绘制	189
第五章 悬移质与推移质流率的计算	198
§ 36. 悬移质流率的计算	198
§ 37. 由观测的资料计算推移质流率	210
§ 38. “测得的悬移质流率”表的制作	212
§ 39. 逐日悬移质流率的计算	214
第六章 水文气象关系方程式的推求	222
§ 40. 直线方程式的推求	223
§ 41. 抛物线方程式的推求	223
§ 42. 双曲线方程式的推求	230
§ 43. 二变量的直线相关	233
§ 44. 三变量的直线相关	240
§ 45. 圆线的修均	247
第七章 逕流气候因素的确定	251
§ 46. 降水量的确定	251
§ 47. 饱和差的计算	286
§ 48. 地面蒸发量的计算	291
§ 49. 水面蒸发量的计算	297
第八章 年正常逕流的确定	311
§ 50. 年正常逕流误差的确定	312
§ 51. 正常逕流的确定	313

第九章 年逕流的变化327

- § 52. 分配曲線与保証率曲線的概念。保証率曲線的参数($Q_{平均}$, C_v , C_s)327
- § 53. 理論的流量保証率曲線之計算和繪制331
- § 54. 按經驗数据繪制理論流量保証率曲線的檢驗335
- § 55. 在机率格紙上流量保証率曲線的繪制336
- § 56. 延長观测系列的年逕流变差系数的計算339
- § 57. 無观测資料时年逕流变差系数的計算341

第十章 逕流的年内分配346

- § 58. 有观测資料时逕流年内分配的确定347
- § 59. 無观测資料时逕流年内分配的計算351
- § 60. 有水文观测資料时日流量平均历时曲線的繪制370
- § 61. 無水文观测資料时日流量平均历时曲線的确定372

第十一章 最大流量的計算374

I. 根据水文观测資料計算最大流量374

- § 62. 最大流量保証率曲線的参数($Q_{平均最大}$, C_v , C_s)的計算374
- § 63. 最大流量安全校正值的計算378
- § 64. 最大流量保証率曲線的計算及繪制380
- § 65. 保証率百分数及偏差系数計算公式的分析。最大流量保証率曲線的外插法383
- § 66. 根据短期数列与罕有重现期的最大流量計算和繪制最大流量保証率曲線391
- § 67. 降雨洪水最大流量保証率曲線的計算与繪制394
- § 68. 根据保証率曲線确定最大流量的精确度398
- § 69. 用不同方法計算的最大流量的比較399
- § 70. 关于苏联最主要河流最大洪水重现期的記載400
- § 71. 設計水工建筑物及铁路与公路桥樑尺寸用的最大流量标准402

II. 按經驗公式計算河流最大流量406

- § 72. 最大春季洪水流量的推算(冰雪融水)407
- § 73. 地区的最大逕流率与流域面积关系的推求441
- § 74. 最大降雨洪水流量的計算442
- § 75. 最大降雨逕流及雨雪混合逕流的計算467

III. 春季洪水及降雨洪水逕流过程線及逕流容积的确定483

- § 76. 三角形入流过程線的确定484
- § 77. 梯形入流过程線的确定485
- § 78. 春季逕流总量的确定486
- § 79. 用 Д. Л. 索科洛夫斯基公式确定逕流过程線形状及逕流容积486
- § 80. 用 А. В. 奧基耶夫斯基法推求流量过程線490
- § 81. 用 А. В. 奧基耶夫斯基公式确定降雨逕流容积491

IV. 在計算断面处的設計流量及其相应水位的确定	494
§ 82. 当具有充分的水文測驗資料时設計流量与水位的确定	494
§ 83. 在桥樑附近(或就在桥樑軸綫上)有水位站並在桥樑上游或下游 有水文观测断面时桥樑計算断面处設計流量及水位的确定	497
§ 84. 当桥樑附近(或就在桥樑軸綫上)有水位站並有 $Q_{\text{最大}} = f(F)$ 的关 系但沒有水位关系曲綫时設計流量及水位的确定	501
§ 85. 已知 $Q = f(H)$ 、历史上最高水位及其重现期时确定設計流量及 水位	506
§ 86. 已知 $Q = f(H)$ 及历史上最高水位但不知此最高历史水位的重现 期时确定設計流量及水位	508
§ 87. 位於堤壩下游河流断面处設計流量的确定	510
§ 88. 受水庫調节变形的最大流量的确定	510
第十二章 最小逕流量的确定	516
§ 89. 具有足夠的水文观测資料时最小流量的确定	518
§ 90. 水文資料不足时最小流量的确定	520
§ 91. 缺乏水文观测資料时最小流量的确定	522
第十三章 泥沙逕流的确定	531
§ 92. 由長期观测資料計算悬移質逕流正常值	532
§ 93. 由短期观测資料計算悬移質逕流正常值	533
§ 94. 無观测資料时悬移質逕流正常值的計算	537
§ 95. 無观测資料时推移質逕流的計算	541
第十四章 各种特殊計算	545
§ 96. 特征水位表之編制	545
§ 97. 設計通航水位(PCT)的确定	548
§ 98. 不同保証率最大水位的确定	555
§ 99. 蓄水庫計算	566
§ 100. 确定排水網断面的設計降雨逕流	576
标准的水文報告書	583
参考書刊	609
附录	614
1. 巴清非淹沒矩形堰無側面收縮时的流量系数 m 及 $\sqrt{2g}H^{\frac{3}{2}}$ 值	615
2. 流經梯形非淹沒堰依水头 H 而定的單寬流量值(在 1 公尺長堰 頂上,流量以公尺 ³ /秒計)	616
3. 天然水流河槽系数的分类	617
4. 稳定水流的粗糙系数值	618
5. 降雨力公式 $S = A + B \lg P$ 中的 A, B 参数值	620

6. Б. Д. 查依科夫計算水面蒸發量公式對於不同 K_{100} 值的系数 m 值.....	626
7. 当 $x=1$ 及 $C_v=1$ 时(按雷布京)二項式保證率曲線縱坐标距平均值的偏差.....	628
8. 当 $C_s=2C_v$ 时(按雷布京)二項式保證率曲線的縱坐标.....	632
9. 当 $C_v=1.00$ 及偏差系数 C_s 为負值时保證率曲線縱坐标距平均值的偏差.....	638
中俄名詞对照表	640
I. 技术名詞.....	640
II. 人名.....	642
III. 地名, 河名	643

序 言

苏联的水利工程建設逐年呈現着越来越大的規模。包括世界上最大的伏尔加河与德涅泊河水电站在內的新水电站的建設，灌溉干旱地区的措施，內河水道的进一步改造工作，新的桥樑、堤壩和蓄水庫的修建，城市和工業企業自来水供应的發展，都在最合理的利用水源和进行各种不同的水文計算方面提出了巨大的要求。

在陆地水文学和水文測驗学教程里，应用各种不同的計算方法、公式及其他用於研究陆地水文狀況和設計水工建筑物的資料的实例，往往不是沒有就是不夠。同时这些方法和許多公式往往都是相当复杂的，並且还需要以实际应用的例子来加以圖解說明。除了对教科書中的公式和計算法注意不夠之外，这些公式和計算方法有时是按旧的說法提出的，或者是沒有批判和分析。因此学生在選擇这个或那个公式來計算时就感到困难，不知道那一个方法是最通行和最合理。大多数教科書的教材都是只作簡要的敘述。因此学生在解決任何問題时，就不得不去参考几个来源，这样一来就分散了自己的注意力。

在本書中：第一，集中了水文学和水文測驗学最主要的公式和計算方法；第二，提供了簡化計算的諾模圖和表格；第三，对水工建筑物設計部門的某些決定作了批判的考查和介紹；第四，第一次作了水文測驗和水文学習題的联合演算。

鑑於高等学校学生和設計人員已具备了水文学和水文測驗学方面的基本知識，因此，本書对这方面不再敘述，或者只作一簡短的介紹。本書的主要目的是介紹解決水文計算基本問題的最通行

的方法和举例,不过對於某些在实际上比較重要的問題,則作了較詳細的研究(如确定最大流量和降水量等)。

因为本書列举了所有最主要的和在計算时必需的帶有参考性質的諾模圖和圖表,各种不同的水文参数的等值線圖及其他参考资料,所以本書可作为水文測驗和水文学手册。

此外,本書對於那些从事农田灌溉和排水,河川水能利用,工業企業与居民区的供水,以及水路、铁路与公路运输方面的水利建筑工程設計的人們,也可能有所帮助。

由不同公式进行的与水文气象計算有关的水文計算多半要花費很多時間,特别是根据帶有指数的参数的公式計算时需要利用对数就更加花時間。为了使由指数公式計算水文要素花費的時間縮減到最小,作者編制了若干諾模圖,用这些圖可确定以下数值:(1)河流的流速,(2)降雨及暴雨強度,(3)河流年逕流的变差系数,(4)洪水及降雨洪水的最大流量,(5)水庫水面的蒸發量,(6)水庫中的波浪高度,(7)河流的結冰厚度。諾模圖編制的精确度务使与用公式借助於对数、对数尺或任何輔助表格計算的精确度相近。上述諾模圖作为本書的附篇单独發表(参看“水文計算諾模圖”水文气象出版社,1954年版)。在本書內則附有一些最主要的諾模圖。

第一章 水位站測量作業与流速 觀測的資料整理

§ 1. 野外測量記錄的整理

为計算逕流,預測水情,設計水工建築物(橋樑、堤壩、取水建築物、碼頭、圍埝等等)以及其他的目的,必需進行河流与湖泊水位的觀測。

我們从多种型式的水位站資料中,研究最通用的樁誌水位站資料的整理。

將水位站觀測的結果記於野外測量記錄簿中(表1)。为簡略起見,我們以后称它为野外記錄簿。

在樁誌水位站所得的河流水位觀測資料,是按移动水尺讀得的水位讀数。在同一水位站不同河底上,水尺之零点随着水位的漲落可以設置在不同的高度上。因此,野外記錄資料就不能直接反映出河流水位連續的过程。只有把水尺的各水位讀数引到某一固定平面——圖形零点以后,才能得到水位漲落圖。

任何樁頂高出圖形零点的高度叫做基点高。例如在圖1上2号樁基点高为3.41公尺,3号樁基点高为2.72公尺。樁誌水位站所有的基点高都記入野外記錄簿后面的“参考表”中。

每次确定水位高程时,应同时用目測估計風力和風向,波浪,以及降水量。把这些数据用下列方式記入野外記錄簿的“風及波浪”欄內。

風 估計風向对河流的关系用箭头表示: ↓ —— 風吹向河流

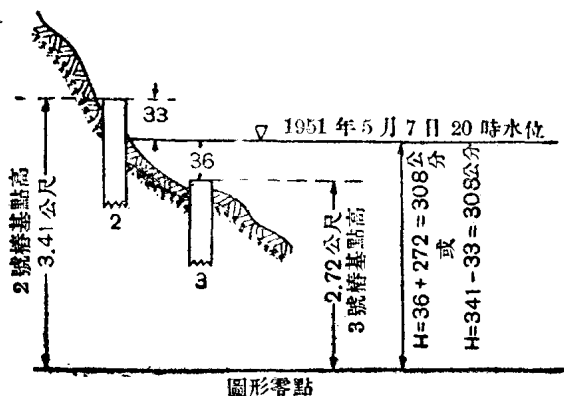


圖 1. 以圖形零點為準的基點高水位讀數。

下游， $\uparrow$ ——風吹向河流上游， $\leftarrow$ ——風吹向左岸， $\rightarrow$ ——風吹向右岸。風力的大小以加有箭頭的線段表示：以一個箭頭表示微風，例如， $\uparrow$ （微風吹向上游），和風 $\leftarrow <$ （和風吹向左岸），強風 $\downarrow$ （強風吹向河流下游）。

風的鑑別方法如下：（1）微風——樹葉及細長小枝搖動；（2）和風——樹干搖動；（3）強風——粗矮樹木搖動，水面呈現浪花。

波浪 僅在大的河上才表出，它以級（數目字）來表示，與風向箭頭並列在“風及波浪”欄內。

鑑別波浪的方法如下：

（1）0 級——無波浪，水面平靜或稍有浪紋。

（2）1 級——有比較顯著的微浪，有些地方呈現小的浪花（浪頭開花）。

（3）2 級——平和波浪，浪花很多。

（4）3 級——波浪很大，風吹破浪，到處呈現白色浪花。

有關降水情況記在“附註”欄內，以字母（Д—雨，С—雪，Г—冰雹）及數字（1—輕微，2—中等，3—強烈）表示。

關於風，浪，及降水等情況的說明，僅當水位觀測資料的整理

要求精确时才需要列入。

野外記錄中的冰冻現象以及其他記載均在“附註”欄內說明。

野外記錄的整理包括：(1) 确定樁頂对圖形零点的基点高，(2) 确定定期的，日平均的，以及月平均的水位，選擇特性水位，(3) 标明冰冻現象，(4) 确定水温：校正后定期的，旬平均的及月平均的温度。

現在我們把伊尔庫特河巴克拉西水位站 1951 年 5 月及 10 月野外記錄的整理作为例子来研究(表 1 及表 2)。

在流冰时期或当浮运木材时期，木樁常受到破折或损坏，因此樁的高度發生变化，其基点高也就改变。所以在木樁损坏的情況下需要用几个基点高来計算圖形零点以上的水位讀数。如果已知木樁损坏(或發生变化)的日期，則在损坏前可用旧基点高計算水位，损坏后則用新基点高計算水位(表 3)。

如果木樁损坏日期不能肯定，則损坏前后兩次所測的基点高之差，应当均匀分配在这兩次測量的时期內的基点高上。但是这种情况仅在基点高之差不超过水位年变幅的 5% 时方能允許。

在任何觀測时期內圖形零点上的水位数值，可由樁頂上水尺讀数与該基点高之和求得。如 1951 年 5 月 5 日 8 时的水位等於(表 1)：

$$H = 150 - 9 = 141 \text{ 公分。}$$

1951 年 5 月 7 日 20 时，当时由 2 号与 3 号樁同时进行觀測，其水位等於(圖 1，表 1)：

由 2 号樁

$$H = -33 + 341 = 308 \text{ 公分，}$$

由 3 号樁

$$H = 36 + 272 = 308 \text{ 公分。}$$

由兩樁求得之水位数值相同，說明讀数是正确的，当鄰近的樁

表 1. 摘自伊尔庫特河巴克拉西站 1951 年 5 月野外記錄簿的水位觀測記錄①

日 期	时 間	水 位				溫 度			風 及 波 浪	附 註 (冰冻情况,影响水 情的事件,有关降 水的报导)
		樁 号	讀 数 公分	圖点 形以 零上 (公分)	日 平 均 公分	水 觀 測 值	校 正 值	空 氣		
5	8	6	-9	141	141	0.5	0.5	3.5		封 冻
6	20	6	-8	142	152	0.5	0.5	4.0		封 冻
	8	6	2	152		0.4	0.4	3.5		封 冻
7	20	6	3	153	238	0.5	0.5	4.0		封 冻
	8	6	18	168		0.6	0.6	5.0	←	移 动 冰
8	20	2/3	-33/36	308	300	0.6	0.6	6.0	←	稀少流冰
	8	2	-21	320		0.5	0.5	4.0	←	中等流冰
9	20	3	7	279	240	0.6	0.6	5.0	^	全部流冰
	8	3	-29	243		0.5	0.5	4.5	^	
10	20	4	32	237	210	0.6	0.6	5.0	^ 1	稀少流冰
	8	4	9	214		0.4	0.4	4.5	^ 1	無冰,开始浮运木材
11	20	4	00	205	221	0.5	0.5	6.0	→ 2	
	8	4	22	227		0.4	0.4	3.5	→ 2	
12	14	4	-23	228	216	—	—	4.5	→ 2	
	20	4	4	209		0.6	0.6	5.0	^ 2	
12	8	4	16	221	211	0.4	0.4	3.0	^ 3	
	20	4	6	211		0.5	0.5	4.0	^ 4	
31	20	7	15	157	160	11.5	11.2	13.0	^ 3	
月总计.....					5875	校正后 的旬平 均水温	1	0.5	附 註 由於 1951 年 5 月至 10 月樁的高度未变 化,确定水位可用記 录簿上“参考表”中 十月份的基点高	
月平均.....					190		2	5.9		
最高.....				320 8/V			3	9.6		
最低.....				130 18/V		月平均.....		5.3		
						最 高.....		12.0		

① 5月1—4日,13—30日的数据为縮減篇幅而省略。

表 2. 摘自伊尔庫特河巴克拉西站 1951 年 10 月野外記錄簿的水位觀測記錄①

日 期	時 間	水 位				溫 度		風 及 波 浪	附 註 (冰冻情况,影响 水情的事件,有 关降水的报导)	
		樁 號	讀 數 公分	圖点 形以 零上 (公分)	日 平 均 公分	水				空 氣
						觀 測 值	校 正 值			
...										
25	8	8	5	119	118	0.2	0.2	-3.0	→2	無 冰
26	20	8	3	116		0.2	0.2	-4.0	→2	無 冰
	8	8	1	115	113	0.2	0.2	-4.0	↑1	岸 边 冰
27	20	8	-2	112		0.0	0.0	-5.0	↑1	岸 边 冰
	8	8	-6	108	107	0.0	0.0	-5.0	↑2	岸 边 冰,薄冰
28	20	8	- 8	106		0.2	0.2	-4.0	←2	岸 边 冰,薄冰
	8	8	-12	102	101	0.0	0.0	-5.0	←2	岸 边 冰,屑冰
29	20	8	-15	99		0.0	0.0	-5.0	←2	稀少流水 全部流水
	8	8	-18	96	0.0	0.0	-5.0			
30					96	0.0	0.0	-6.0	↓	全部流水 封 冻
	20	8	-4	96	0.0	0.0	-6.0			
	8	8	2	102	0.0	0.0	-6.0			
31					102	0.0	0.0	-7.0		封 冻 封 冻 封 冻
	20	8	2	102	0.0	0.0	-7.0			
	8	8	-2	98	0.0	0.0	-7.0			
	20	8	-2	98	98	0.0	0.0	-7.5		
月 总 計.....					3415	校正后 的 旬 平 均 水 温		1	4.9	附 註 10 月 29 日 13 时 8 号 樁 被 冰 破 坏 樁 頂 破 裂
月 平 均.....					110			2	2.4	
								3	0.1	
最 高.....				136 15/X		月 平 均.....		2.5		
最 低.....				82 2/X		最 高.....		7.0		

① 10 月 1—24 日的数据为縮減篇幅而省略。

在同時間測得水位不相同時，則採用兩樁測定的水位平均值。

表 3. 1951 年 10 月野外記錄簿參考表。圖形零點標高 41.28 公尺

水准基点樁号	水 平 测 量 日 期				标高改变的原因以及应 採用新标高的日期
	1951 年 9 月 10 日		1951 年 10 月 30 日		
	标 高 公尺	基点高 公尺	标 高 公尺	基点高 公尺	
测站水准基点樁:	50.00	9.28	50.00	9.28	10 月 29 日 13 时 8 号樁 被冰损坏。 樁頂破裂， 新基点高用 此值計算
1	45.00	3.72	45.00	3.72	
2	44.69	3.41	44.69	3.41	
3	44.00	2.72	44.00	2.72	
4	43.33	2.05	43.33	2.05	
5	43.00	1.72	43.00	1.72	
6	42.78	1.50	42.78	1.50	
7	42.70	1.42	42.70	1.42	
8	42.42	1.14	42.28	1.00	
9	41.40	0.12	41.40	0.12	

1951 年 10 月 29 日后损坏的 8 号樁根据不同基点高确定的水位(表 2 及表 3):

(a) 1951 年 10 月 29 日 8 时(樁损坏前):

$$H = -18 + 114 = 96 \text{ 公分,}$$

(6) 1951 年 10 月 29 日 20 时(樁损坏后):

$$H = -4 + 100 = 96 \text{ 公分.}$$

將每日所測水位之和除以觀測的次數即求得日平均水位。在 8 时和 20 时所觀測的日平均水位可由這兩個水位的算術平均求